

毕业学校编码: 10384  
学 号: 200424004

分类号 \_\_\_\_\_ 密级 \_\_\_\_\_  
UDC \_\_\_\_\_

厦 门 大 学  
硕 士 学 位 论 文

符合 ISO/IEC 15693 标准的 RFID 芯片模拟  
电路设计研究

Research and design of RFID analog circuits for the  
standard ISO/IEC 15693

姜 帆

指导教师姓名: 郭东辉 教授

专 业 名 称: 微电子与固体电子学

论文提交日期: 2007 年 8 月

论文答辩时间: 2007 年 8 月

学位授予日期:

答辩委员会主席: \_\_\_\_\_

评 阅 人: \_\_\_\_\_

2007 年 8 月

厦门大学博硕士论文摘要库

## 厦门大学学位论文原创性声明

兹呈交的学位论文，是本人在导师指导下独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考的其他个人或集体的研究成果，均在文中以明确方式标明。本人依法享有和承担由此论文而产生的权利和责任。

声明人（签名）：

2007 年    月    日

厦门大学博硕士论文摘要库

# 厦门大学学位论文著作权使用声明

本人完全了解厦门大学有关保留、使用学位论文的规定。厦门大学有权保留并向国家主管部门或其指定机构送交论文的纸质版和电子版，有权将学位论文用于非赢利目的的少量复制并允许论文进入学校图书馆被查阅，有权将学位论文的内容编入有关数据库进行检索，有权将学位论文的标题和摘要汇编出版。保密的学位论文在解密后适用本规定。

本学位论文属于

1、保密（ ），在          年解密后适用本授权书。

2、不保密（ ）

（请在以上相应括号内打“√”）

作者签名：

日期：      年    月    日

导师签名：

日期：      年    月    日

厦门大学博硕士论文摘要库

## 摘 要

射频识别(RFID: Radio Frequency Identification)技术是一种利用射频电磁感应的信息交互方式来实现目标识别的无线通信技术。RFID 芯片的性能与价格是制约推广 RFID 技术应用的关键,因此自主设计一款具有自主知识产权的性价比高的 RFID 芯片对推广应用 RFID 系统产品具有非常重要的意义。

RFID 芯片的物理性能和实际使用标准主要取决于 RFID 芯片的模拟电路部分。本论文设计一款高性能符合 ISO/IEC 15693 标准的 RFID 芯片模拟电路,在分析 RFID 系统基本工作原理的基础上,结合 ISO/IEC 15693 标准的要求,给出了 RFID 芯片电路设计的整体架构;并就 RFID 芯片中的各模拟电路功能模块进行了详细的电路设计,这些电路包括:电源获取电路、时钟提取和分频电路、数据解调和调制电路、上下电复位电路、电荷泵电路等;最后采用 CSMC 的 0.6 $\mu$ m CMOS 工艺器件模型进行电路性能仿真,结果表明所设计芯片电路能符合 ISO/IEC 15693 标准的工作要求。

本论文的创新点主要体现在:1、设计了一款新型的整流电路,消除了整流电路的阈值电压压降,提高了整流输出电压;2、在整流电路中利用 MOS 管的开关特性,抑制了储能电容上电荷的回流,提高了能量转换效率;3、分别将 100%ASK、10%ASK 调制信号的解调输出与上、下电复位电路的输出合并成一个信号,简化了电路结构和后续处理电路,节省了芯片面积。

**关键词:** 射频识别; ISO/IEC 15693; CMOS 模拟集成电路

厦门大学博硕士论文摘要库



## Abstract

Radio Frequency Identification(RFID) is a contactless communication technology which can take information bidirectional communication for identification through electromagnetic induction. The performance and price of RFID chip is the key factor that determined popularization and application of RFID technology. Therefore independently design a high performance-price ratio RFID tag chip with independent intellectual property right have a very important significance to promote the use of RFID system products.

The physical performance and standard of RFID tag chip are determined by its analog circuits, the task of this paper is to design a high-performance analog circuits of RFID tag chip that meets the standard ISO/IEC 15693. Based on the basic operation principle of RFID system and standard ISO/IEC 15693, this paper proposed the whole structure of tag chip analog circuits and designed each module circuits in detail, these circuits include power acquisition circuit, clock extraction and division circuit, modulation and demodulation circuit, power-on and power-down reset circuit, charge pump circuit and so on. The designed circuits are simulated with CSMC 0.6um CMOS device model, the results show that the circuits can work well and conform to standard ISO/IEC 15693.

The innovations in this paper are that: 1. Designed a new type of rectifier circuit, eliminated the threshold voltage drop, raising the output voltage; 2. In rectifier circuit, applying the MOS transistor switching characteristics, suppressed the flowing back of charge in storage capacitor, raising the power conversion efficiency; 3. The adoption of the demodulation output of 100% ASK and 10% ASK modulated signal, the power-on and power-down reset signal incorporated to one signal, simplified the structure of circuits and follow-up processing circuits, saved chip area.

**Key words:** RFID; ISO/IEC 15693; Analog CMOS IC

厦门大学博硕士论文摘要库

# 目 录

<b>第一章 绪论</b>	<b>1</b>
1.1 引言	1
1.2 RFID 研究发展概况和趋势	1
1.3 RFID 标签模拟前端的关键技术	3
1.4 论文的研究工作	4
<b>第二章 RFID 系统的基本原理</b>	<b>6</b>
2.1 RFID 系统的分类及组成	6
2.2 RFID 标准	7
2.3 电感耦合 RFID 系统的工作原理	9
2.3.1 电子标签的能量供应	9
2.3.2 电子标签到阅读器的数据传输	10
2.4 电磁反向散射耦合 RFID 系统的工作原理	12
2.4.1 电子标签的能量供应	12
2.4.2 电子标签到阅读器的数据传输	12
2.5 密耦合 RFID 系统的工作原理	13
2.5.1 电子标签的能量供应	13
2.5.2 电子标签到阅读器的数据传输	14
2.6 阅读器到电子标签的数据传输	14
2.7 RFID 系统的工作流程	14
2.8 本章小结	15
<b>第三章 芯片的总体设计及通信接口</b>	<b>16</b>
3.1 标签芯片模拟前端总体框图	16
3.2 阅读器和电子标签的初始对话	17
3.3 电子标签的能量供应	17
3.4 阅读器到电子标签的通信信号接口	17
3.4.1 调制	18

3.4.2 数据速率和数据编码	18
3.4.3 阅读器到电子标签的帧定义	19
<b>3.5 电子标签到阅读器的通信信号接口</b>	<b>20</b>
3.5.1 负载调制	20
3.5.2 副载波	20
3.5.3 数据速率	20
3.5.4 位表示和编码	21
3.5.5 电子标签到阅读器的帧定义	21
<b>3.6 本章小结</b>	<b>23</b>
<b>第四章 模拟前端分析与设计</b>	<b>24</b>
<b>4.1 电源产生电路的设计</b>	<b>24</b>
4.1.1 整流电路	24
4.1.2 限幅电路	29
4.1.3 VDD 稳压电路	30
<b>4.2 基准电压源</b>	<b>32</b>
<b>4.3 解调电路的设计</b>	<b>34</b>
4.3.1 包络检波电路	34
4.3.2 低通滤波电路	36
4.3.3 迟滞比较电路	37
<b>4.4 调制电路的设计</b>	<b>38</b>
4.4.1 负载调制电路	38
4.4.2 电平移位电路	39
4.4.3 负载调制电路的仿真模型	39
<b>4.5 时钟产生和分频电路的设计</b>	<b>40</b>
4.5.1 时钟产生电路	41
4.5.2 分频电路	41
<b>4.6 上电下电复位电路的设计</b>	<b>42</b>
<b>4.7 四相位电荷泵电路的设计</b>	<b>44</b>
<b>4.8 模拟前端整体电路</b>	<b>47</b>

4.9 本章小结	48
<b>第五章 电路仿真分析</b>	<b>49</b>
5.1 电源产生电路	49
5.1.1 整流电路的仿真	49
5.1.2 100%ASK 调制时整流电路的仿真	50
5.1.3 10%ASK 调制时整流电路的仿真	52
5.1.4 限幅电路的仿真	53
5.1.5 VDD 稳压电路的仿真	53
5.1.6 电源产生电路的仿真	54
5.2 解调电路	55
5.2.1 低通滤波电路	55
5.2.2 迟滞比较器的仿真	56
5.2.3 解调电路的仿真	58
5.3 上下电复位电路	60
5.4 其它功能模块电路的仿真	62
5.4.1 基准电压源	62
5.4.2 负载调制电路	63
5.4.3 时钟产生电路和分频电路	64
5.4.4 四相位电荷泵电路	64
5.5 模拟前端整体电路的仿真	65
5.6 本章小结	67
<b>第六章 芯片工艺与版图设计</b>	<b>68</b>
6.1 工艺简介	68
6.2 版图设计	70
6.3 部分版图	71
6.3.1 整流及负载调制电路	71
6.3.2 误差比较电路	72
6.3.3 迟滞比较电路	73
6.3.4 四相位电荷泵电路	73

6.3.5 带隙基准电路 .....	74
6.4 本章小结 .....	75
第七章 总结和展望 .....	76
参考文献 .....	77
致谢 .....	83
附录 .....	85

厦门大学博硕士学位论文摘要库

# Content

<b>Chapter 1 Exordium</b>	<b>1</b>
1.1 Introduction	1
1.2 Research and Development Overview of RFID	1
1.3 The key technical issues of RFID tag chip analog front-end	3
1.4 The scope of this paper	4
<b>Chapter 2 The basic principle of RFID systems</b>	<b>6</b>
2.1 The classification and composition of RFID systems	6
2.2 RFID standards	7
2.3 The principle of inductive coupling RFID systems	9
2.3.1 Energy supply to tag	9
2.3.2 Data transmission from tag to reader	10
2.4 The principle of electromagnetic backscatter coupling RFID systems	12
2.4.1 Energy supply to tag	12
2.4.2 Data transmission from tag to reader	12
2.5 The principle of close-coupling RFID systems	13
2.5.1 Energy supply to tag	13
2.5.2 Data transmission from tag to reader	14
2.6 Data transmission from reader to tag	14
2.7 The workflow of RFID systems	14
2.8 Section conclusion	15
<b>Chapter 3 Chip design and communication interface</b>	<b>16</b>
3.1 The overall block diagram of Analog front-end	16
3.2 Initial dialogue between reader and tag	17
3.3 Power transfer	17
3.4 Communication interface from reader to tag	17
3.4.1 Modulation	18
3.4.2 Data rate and coding	18

3.4.3	The definition of frame from reader to tag·····	19
<b>3.5</b>	<b>Communication interface from tag to reader·····</b>	<b>20</b>
3.5.1	Load Modulation·····	20
3.5.2	Subcarrier·····	20
3.5.3	Data rate·····	20
3.5.4	Bit representation and coding·····	21
3.5.5	The definition of frame from tag to reader·····	21
<b>3.6</b>	<b>Section conclusion·····</b>	<b>23</b>
<b>Chapter 4</b>	<b>Analog front-end analysis and design·····</b>	<b>24</b>
<b>4.1</b>	<b>Power generation circuit·····</b>	<b>24</b>
4.1.1	Rectifier·····	24
4.1.2	Limiting circuit·····	29
4.1.3	VDD regulator·····	30
<b>4.2</b>	<b>Bandgap·····</b>	<b>32</b>
<b>4.3</b>	<b>Demodulator·····</b>	<b>34</b>
4.3.1	Envelope detector circuit·····	34
4.3.2	Low pass filter circuit·····	36
4.3.3	Hysteresis comparator·····	37
<b>4.4</b>	<b>Modulator·····</b>	<b>38</b>
4.4.1	Load modulator·····	38
4.4.2	Voltage level shift circuit·····	39
4.4.3	Simulation model of load modulator·····	39
<b>4.5</b>	<b>Clock generator and frequency divider ·····</b>	<b>40</b>
4.5.1	Clock generator·····	41
4.5.2	Frequency divider·····	41
<b>4.6</b>	<b>Power-on and power-down circuit·····</b>	<b>42</b>
<b>4.7</b>	<b>Four-phase charge pumps·····</b>	<b>44</b>
<b>4.8</b>	<b>Analog front-end circuit·····</b>	<b>47</b>
<b>4.9</b>	<b>Section conclusion·····</b>	<b>48</b>



Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to [etd@xmu.edu.cn](mailto:etd@xmu.edu.cn) for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库